

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): YAMAMOTO, Yasushi  
Serial No.: Not yet assigned  
Filed: September 16, 2003  
Title: STIRLING ENGINE  
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

September 16, 2003

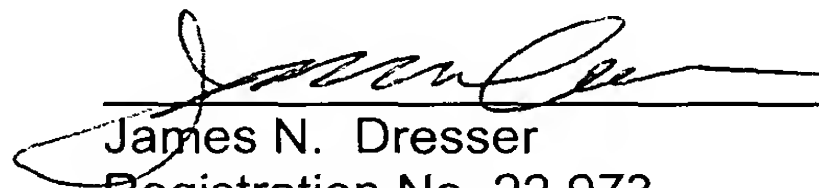
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2002-271532, filed September 18, 2002.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

  
\_\_\_\_\_  
James N. Dresser  
Registration No. 22,973

JND/alb  
Attachment  
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   9 月 1 8 日  
Date of Application:

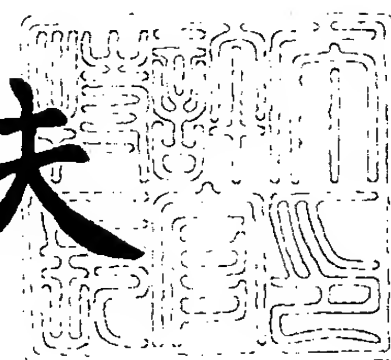
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 7 1 5 3 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 7 1 5 3 2 ]

出      願      人            いすゞ自動車株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 2 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 9 4 4 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 414000125

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎殿

【国際特許分類】 F25B 9/14

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県藤沢市土棚 8 番地 株式会社いすゞ中央研究所  
                                内

    【氏名】 山本 康

【特許出願人】

    【識別番号】 000000170

    【氏名又は名称】 いすゞ自動車株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100075177

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小野 尚純

【代理人】

    【識別番号】 100113217

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 奥貫 佐知子

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009058

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9814183

    【包括委任状番号】 0212207

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スターリングエンジン

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディスプレーサシリンダと、該ディスプレーサシリンダの室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレーサと、該ディスプレーサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室とを有するディスプレーサ機構と、

該ディスプレーサ機構の該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構と、を具備するスターリングエンジンにおいて、

該ディスプレーサ機構の該ディスプレーサシリンダは、熱源を囲繞した加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とを備えており、

該ディスプレーサ機構の該ディスプレーサは、該複数個のシリンダ室内に該熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている、

ことを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項 2】 該ディスプレーサシリンダの該加熱壁は、該熱源が通る流路を形成している、請求項 1 記載のスターリングエンジン。

【請求項 3】 該加熱壁によって形成される流路は筒状である、請求項 2 記載のスターリングエンジン。

【請求項 4】 該ディスプレーサシリンダを構成する該筒状の加熱壁の内周面には軸方向に複数個のフィンが設けられている、請求項 1 記載のスターリングエンジン。

【請求項 5】 該フィンは、螺旋状に形成されている、請求項 4 記載のスターリングエンジン。

【請求項 6】 該ディスプレーサシリンダを構成する該筒状の加熱壁によって形成される該流路の中心部に該流路の略全長に渡ってコア部材が配設されている、請求項 1 記載のスターリングエンジン。

【請求項 7】 該ディスプレーサ機構は、互いに対向して配設された一对の

ディスプレイサと、該一对のディスプレイサシリンダ内に摺動可能に配設された一对のディスプレイサとからなり、

該パワーピストン機構は、一对のディスプレイサの該膨張室または該収縮室の一方と連通するパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設され第1の作動室と第2の作動室に区分するパワーピストンとを備えており、

該パワーピストン機構の該第1の作動室と該ディスプレイサ機構の一方の該膨張室または該収縮室の一方が第1の連通路によって連通され、該パワーピストン機構の該第2の作動室と該ディスプレイサ機構の他方の該膨張室または該収縮室の一方が第2の連通路によって連通されている、請求項1記載のスターリングエンジン。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、スターリングエンジンに関し、更に詳しくは所定の作動速度で作動するディスプレイサ式のスターリングエンジンに関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

ディスプレイサ式のスターリングエンジンは、ディスプレイサシリンダと、該ディスプレイサシリンダ内に摺動可能に配設されたディスプレイサと、該ディスプレイサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室と、該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室と、該作動室内の作動気体の圧力変化に対応して作動せしめられるパワーピストンと、該ディスプレイサを該パワーピストンと所定の位相差をもって作動するディスプレイサ作動機構とを具備しており、上記ディスプレイサシリンダおよび作動室内には水素やヘリウム等の比熱の小さい作動気体が収容されている。このようなスターリングエンジンは、作動気体が加熱・冷却されることによる膨張・収縮に伴う上記作動室内の圧力変化に対応してパワーピストンを作動するようになっている。

##### 【0003】

上述したようにディスプレイサ式のスターリングエンジンは、ディスプレイサ

シリンダの膨張室側を加熱し収縮室側を冷却する。一般的には、例えば特開平 5 - 4 4 5 7 6 号公報や特許第 2 6 0 0 2 1 9 号公報に開示されているように、ディスプレイサシリンダの膨張室側に燃焼室を設けている。また、ディスプレイサシリンダの膨張室側を包囲する加熱室を設け、この加熱室に加熱流体を導入する方式も用いられている。

#### 【 0 0 0 4 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

而して、従来のスターリングエンジンは、ディスプレイサシリンダの膨張室側を周囲から加熱するため、熱源の熱を必ずしも有効に利用し得る構成とはいえない。

#### 【 0 0 0 5 】

本発明は上記事実鑑みてなされたもので、その主たる技術的課題は、熱源の熱を有効に利用することができるスターリングエンジンを提供することにある。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記主たる技術的課題を解決するために、本発明によれば、ディスプレイサシリンダと、該ディスプレイサシリンダの室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレイサと、該ディスプレイサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室とを有するディスプレイサ機構と、

該ディスプレイサ機構の該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構と、を具備するスターリングエンジンにおいて、

該ディスプレイサ機構の該ディスプレイサシリンダは、熱源を囲繞した加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とを備えており、

該ディスプレイサ機構の該ディスプレイサは、該複数個のシリンダ室内に該熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている、

ことを特徴とするスターリングエンジンが提供される。

#### 【 0 0 0 7 】

上記ディスプレイサシリンダの加熱壁は熱源が通る流路を形成しており、加熱壁によって形成される流路は筒状である。

#### 【 0 0 0 8 】

また、上記ディスプレイサシリンダを構成する筒状の加熱壁の内周面には軸方向に複数のフィンが設けられており、このフィンは螺旋状に形成されていることが望ましい。また、上記ディスプレイサシリンダを構成する筒状の加熱壁によって形成される流路の中心部に流路の略全長に渡ってコア部材が配設されていることが望ましい。

#### 【 0 0 0 9 】

また、本発明によれば、上記ディスプレイサ機構が互いに対向して配設された一対のディスプレイサと、該一対のディスプレイサシリンダ内に摺動可能に配設された一対のディスプレイサとからなり、上記パワーピストン機構が一対のディスプレイサの膨張室または収縮室の一方と連通するパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設され第 1 の作動室と第 2 の作動室に区分するパワーピストンとを備えており、パワーピストン機構の第 1 の作動室とディスプレイサ機構の一方の膨張室または収縮室の一方が第 1 の連通路によって連通され、パワーピストン機構の第 2 の作動室とディスプレイサ機構の他方の膨張室または収縮室の一方が第 2 の連通路によって連通されている、スターリングエンジンが提供される。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの好適実施形態を図示している添付図面を参照して、更に詳細に説明する。

#### 【 0 0 1 1 】

図 1 には本発明に従って構成されたスターリングエンジンの一実施形態の縦断面図が示されており、図 2 には図 1 における A - A 線断面図が示されている。

図 1 および図 2 に示す実施形態のスターリングエンジンは、ディスプレイサ機構 2 とパワーピストン機構 3 とを具備している。ディスプレイサ機構 2 は、図示の実施形態においてはアルミ合金等の非磁性材料によって形成された一対のディ

スプレーサシリンダ 21a、21b と、該一对のディスプレイサシリンダ 21a、21b 内にそれぞれ摺動可能に配設された一对のディスプレイサ 22a、22b を備えている。一对のディスプレイサシリンダ 21a、21b は、熱源が通る流路 210 を形成する円筒状の加熱壁 211 と、該加熱壁 211 とによって一对のシリンダ室 212a、212b を形成する一对の冷却壁 213a、213b とからなっている。円筒状の加熱壁 211 の内周面には軸方向に複数個のフィン 214 が放射状に形成されている。一对の冷却壁 213a、213b は、それぞれ円筒状の加熱壁 211 の外周の略半円周を囲むように上下にシリンダ室 212a、212b を形成しており、その外周面には軸方向に複数個の放熱フィン 215a、215b が形成されている。このように構成された一对のディスプレイサシリンダ 21a、21b を構成する円筒状の加熱壁 211 の一端は、例えば内燃機関の排気管に接続されている。従って、円筒状の加熱壁 211 によって形成される流路 210 内には熱源として内燃機関の排気ガスが流通するようになっている。このように、加熱壁 211 は熱源を囲繞して形成されている。

#### 【0012】

上記一对のディスプレイサシリンダ 21a、21b のシリンダ室 212a、212b 内に配設される一对のディスプレイサ 22a、22b は、内周面が上記ディスプレイサシリンダ 21a、21b を構成する加熱壁 211 の外周面に対応する円弧面に形成されており、外周面がディスプレイサシリンダ 21a、21b を構成する冷却壁 213a、213b の内周面にそれぞれ対応する円弧面に形成されている。また、一对のディスプレイサ 22a、22b は、軸方向に延びる複数個の挟持板 221a、221b と、該複数個の挟持板 221a、221b の間にそれぞれ配設された再生器 222a、222b とからなっている。再生器 222a、222b は、断熱リングと金網とを交互に重ね合わせて構成されている。このように構成された一对のディスプレイサ 22a、22b は、それぞれ一对のディスプレイサシリンダ 21a、21b のシリンダ室 212a、212b 内に円筒状の加熱壁 211 の軸方向と直角な方向、即ち熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている。このようにそれぞれ一对のディスプレイサ 22a、22b が摺動可能に配設された一对のディスプレイサシリンダ 21a、2



1 b のシリンダ室 2 1 2 a、2 1 2 b には、それぞれ膨張室 2 1 6 a と収縮室 2 1 7 a および膨張室 2 1 6 b と収縮室 2 1 7 b が形成される。

#### 【0 0 1 3】

上記パワーピストン機構 3 は、アルミ合金等の非磁性材料によって形成されたパワーシリンダ 3 1 と、該パワーシリンダ 3 1 内に摺動可能に配設された非磁性材料からなるパワーピストン 3 2 とからなっている。このようにパワーピストン 3 2 が配設されたパワーシリンダ 3 1 内には、パワーピストン 3 2 の両側に第 1 の作動室 3 1 a と第 2 の作動室 3 1 b が形成される。この第 1 の作動室 3 1 a と第 2 の作動室 3 1 b は、それぞれ第 1 の連通路 2 3 a と第 2 の連通路 2 3 b によって上記一方のディスプレイサシリンダ 2 1 a の収縮室 2 1 7 a と他方のディスプレイサシリンダ 2 1 b の収縮室 2 1 7 b に連通している。

#### 【0 0 1 4】

以上のように、一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b とパワーシリンダ 3 1 および第 1 の連通路 2 3 a と第 2 の連通路 2 3 b は密閉空間を形成している。このように密閉された一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b とパワーシリンダ 3 1 の第 1 の作動室 3 1 a、第 2 の作動室 3 1 b および第 1 の連通路 2 3 a、第 2 の連通路 2 3 b 内には、水素やヘリウム等の比熱の小さい作動気体が充填されている。

#### 【0 0 1 5】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b をそれぞれパワーピストン 3 2 と所定の位相差（1 8 0 度）をもって作動する一対のディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を具備している。この一対のディスプレイサ作動機構 4 a、4 b は、それぞれ一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b およびディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の周方向および長手方向（軸方向）の中央部に配設されている。一対のディスプレイサ作動機構 4 a、4 b は、一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b の冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b の周方向および長手方向（軸方向）の中央部に装着された非磁性材からなるケース 4 1 a、4 1 b と、一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b にそれぞれ連結され上記冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b を貫通しケース 4 1 a、4 1 b 内に挿入して

配設された非磁性材からなる作動ロッド 42 a、42 b と、該作動ロッド 42 a、42 b の外周面にそれぞれ配設された磁石可動体 43 a、43 b と、該磁石可動体 43 a、43 b をそれぞれ包囲して上記ケース 41 a、41 b の内側に配設された筒状の固定ヨーク 44 a、44 b と、該固定ヨーク 44 a、44 b の内側に軸方向にそてぞれ併設された一对のコイル 45 a、46 a および 45 b、46 b とを具備している。

#### 【0016】

上記磁石可動体 43 a、43 b は、作動ロッド 42 a、42 b の外周面に装着され軸方向両端面に磁極を備えた環状の永久磁石 431 a、431 b と、該永久磁石 431 a、431 b の軸方向外側に配設された一对の可動ヨーク 432 a、433 a および 432 b、433 b とによって構成されている。図示の実施形態における永久磁石 431 a、431 b は、それぞれ図において上端面が N 極に着磁され、図において下端面が S 極に着磁されている。上記一对の可動ヨーク 432 a、433 a および 432 b、433 b は、磁性材によって環状に形成されている。

#### 【0017】

上記固定ヨークヨーク 44 a、44 b は、磁性材によって筒状に形成されている。この固定ヨーク 44 a、44 b の内側にそれぞれ一对のコイル 45 a、46 a および 45 b、46 b が配設されている。この一对のコイル 45 a、46 a および 45 b、46 b は、それぞれ合成樹脂等の非磁性材によって形成され上記固定ヨーク 44 a、44 b の内周に沿ってそれぞれ装着されたボビン 47 a および 47 b に互いに逆巻きに捲回されている。一对のコイル 45 a、46 a および 45 b、46 b は、後述する制御手段 10 によって印加電流の方向を切り替え制御されるようになっている。

#### 【0018】

上述したように磁石可動体 43 a、43 b と固定ヨーク 44 a、44 b および一对のコイルコイル 45 a、46 a および 45 b、46 b とによって構成されたディスプレイサ作動機構 4 a、4 b は、リニアモータの原理によって作動する。以下その作動について図 3 および図 4 を参照して説明する。

図示の実施形態におけるディスプレイサ作動機構 4 a および 4 b においては、図 3 の (a)、(b) および図 4 の (a)、(b) に示すように永久磁石 4 3 1 a および 4 3 1 b の N 極、一方の可動ヨーク 4 3 2 a および 4 3 2 b、一方のコイル 4 5 a および 4 5 b、固定ヨーク 4 4 a および 4 4 b、他方のコイル 4 6 a および 4 6 b、他方の可動側ヨーク 4 3 3 a および 4 3 3 b、永久磁石 4 3 1 a および 4 3 1 b の S 極を通る磁気回路が形成される。このような状態において、一对のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b に図 3 の (a) および図 4 の (a) で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って磁石可動体 4 3 a および 4 3 b 即ちディスプレイサ 2 2 a および 2 2 b には図 3 の (a) および図 4 の (a) において矢印で示すように上方に推力が発生する。一方、一对のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b に図 3 の (b) および図 4 の (b) で示すように図 3 の (a) 図 4 の (a) と反対方向に電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って磁石可動体 4 3 a および 4 3 b 即ちディスプレイサ 2 2 a および 2 2 b には図 3 の (b) および図 4 の (b) において矢印で示すように下方に推力が発生する。

#### 【0 0 1 9】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一对のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の作動位置をそれぞれ検出するディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 b を備えている。このディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 b は、それぞれ一端がディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の周方向中央部に連結された作動子 5 1 a、5 1 b の移動位置を検出するストロークセンサーからなっており、その検出信号を後述する制御手段 1 0 に送る。このディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 b としてのストロークセンサーの出力値について、図 5 を参照して説明する。図 5 において横軸はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b 即ち作動子 5 1 a、5 1 b のストロークを示し、縦軸は電圧値を示している。図 5 に示すようにストロークセンサーは、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b 即ち作動子 5 1 a、5 1 b のストロークに比例した電圧値を出力するようになっている。なお、図 4 の横軸において L 1 は戻り側フルストローク位置であり、L 1 0 は送り側フルストローク位置である。

#### 【0 0 2 0】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b に所定の振動周期を作用せしめるメカニカルスプリング手段 6 a、6 b を備えている。このメカニカルスプリング手段 6 a、6 b はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の内周面とディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b の加熱壁 2 1 1 との間およびディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b に連結された上記作動ロッド 4 2 a、4 2 b と上記ケース 4 1 a、4 1 b との間に配設されたそれぞれ一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b からなり、この一対のスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を互いに中立位置に向けて付勢している。この一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b とディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の質量で振動周期が決まる。従って、一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b とディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の質量で決まる所定期でディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を作動することにより、上記ディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b による駆動力は極めて小さくてよい。即ち、ディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b により上記所定期でディスプレイサ 5 を作動すると、単振動により一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の振幅即ちディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の移動幅は徐々に増加して所定値に達し、定常運転になる。その後は、一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の作用によりディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は所定期で作動されるが、空気抵抗などによる減衰があるため、この減衰分をディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b による駆動力で補えばよい。

#### 【0 0 2 1】

制御手段 1 0 はマイクロコンピュータによって構成されバッテリー 1 1 に接続されており、制御プログラムに従って演算処理する中央処理装置（C P U）と、制御プログラム等を格納するリードオンリメモリ（R O M）と、演算結果等を格納する読み書き可能なランダムアクセスメモリ（R A M）と、上記ディスプレイサ作動機構 4 a、4 b の一対のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b を駆動する駆動回路等を備えている。制御手段 1 0 は、上記ディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 b によって検出されたディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の作動位置信

号に基づいて、上記ディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b を構成する一対のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b への駆動電流を制御する。

### 【0 0 2 2】

上記パワーピストン機構 3 を構成するパワーピストン 3 2 とパワーシリンダ 3 1 には、発電機 1 2 が配設されている。この発電機 1 2 は図示の実施形態においてはリニヤ発電機からなっており、パワーピストン 3 2 の外周面に配設された環状の永久磁石 1 2 1 と、該永久磁石 1 2 1 の両側に配設された磁性材からなる環状のポールピース 1 2 2、1 2 3 と、パワーシリンダ 3 1 の外周面に永久磁石 1 2 1 を包囲して配設された発電コイル 1 2 4、1 2 5 とによって構成されている。このように構成された発電機 1 2 は、パワーピストン 3 3 即ち永久磁石 1 2 1 が図 1 において左右に往復動することにより発電し、その発電電力を上記バッテリー 1 1 に充電する。

### 【0 0 2 3】

図 1 および図 2 に示す実施形態のスターリングエンジンは以上のように構成されており、以下その作動について図 6 に示すフローチャートおよび図 7 に示す作動状態を示す説明図をも参照して説明する。

図 1 および図 2 は始動前の状態を示しており、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の作用によってそれぞれ中立位置に位置付けられている。図 1 および図 2 の状態からスターリングエンジンを起動するには、制御手段 1 0 はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を図において上方に作動するようにディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめる（ステップ S 1）。即ち、制御手段 1 0 はディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を構成する一対のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b に図 3 の（a）および図 4 の（a）で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。この結果、磁石可動体 4 3 a、4 3 b 即ちディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は図 7（a）に示すように上方に移動する。このディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の上方への移動により、一方のディスプレイサシリンダ 2 1 a の収縮室 2 1 7 a 内の作動気体はディスプレイサ 2 2 a の再生器 2 2 2 a を通して膨張室 2 1 6 a に流入され、他方のディスプレイサシリンダ 2 1 b の膨張室 2 1 6 b 内の作動気

体はディスプレイサ 2 2 b の再生器 2 2 2 b を通して収縮室 2 1 7 b に流入される。このとき、一方のディスプレイサシリンダ 2 1 a の収縮室 2 1 7 a 内で冷却されていた作動気体は再生器 2 2 2 a を通過する際に熱交換されて加熱される。また、他方のディスプレイサシリンダ 2 1 b の膨張室 2 1 6 b 内で加熱されていた作動気体は上述したように再生器 2 2 2 b を通過する際に熱交換されて冷却される。このように一方のディスプレイサ 2 2 a が上方に移動して作動気体が膨張室 2 1 6 a に流入すると、作動気体は円筒状の加熱壁 2 1 1 によって形成される流路 2 1 0 を流れる熱源としての排気ガスによって加熱され膨張するため、第 1 の連通路 2 3 a を通してパワーシリンダ 3 1 の第 1 の作動室 3 1 a に流入する。この結果、パワーピストン 3 2 は図 7 (a) に示すように下方に移動する。一方、他方のディスプレイサ 2 2 b が上方に移動して作動気体が収縮室 2 1 7 b に流入すると、作動気体は空冷または適宜の冷却手段によって冷却され収縮するため、パワーシリンダ 3 1 の第 2 の作動室 3 1 b の作動気体は第 2 の連通路 2 3 b を通して吸引される。この結果、パワーピストン 3 2 を図 7 (a) に示すように下方に移動せしめる。

#### 【 0 0 2 4 】

上述したようにステップ S 1 において一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を図において上方に作動するようにディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめたならば、制御手段 1 0 はステップ S 2 に進んでディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 b からの検出信号に基づいて、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b のストローク位置 L が送り側フルストローク位置 L 1 0 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 9 より大きいか否か ( $L > L 9$ ) をチェックする。ストローク位置 L が L 9 より大きくなければ、制御手段 1 0 はステップ S 3 に進んでディスプレイサ 2 2 a、2 2 b のストローク位置 L が戻り側フルストローク位置 L 1 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 2 より小さいか否か ( $L < L 2$ ) をチェックする。今回はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b が送り側に移動しているのでストローク位置 L が L 2 より小さいことはないので、制御手段 1 0 は上記ステップ S 2 に戻る。

#### 【 0 0 2 5 】



上記ステップS 2においてストローク位置LがL 9より大きいならば、制御手段10はディスプレイサ22 a、22 bが図7 (a)に示す膨張終了時の位置より所定量手前の位置を越えたものと判断し、ステップS 4に進んでディスプレイサ22 a、22 bを図において下方に作動するようにディスプレイサ作動機構4 a、4 bを駆動せしめする。即ち、制御手段10はディスプレイサ作動機構4 a、4 bを構成する一対のコイル45 a、46 aおよび45 b、46 bに図3の (b) および図4の (b) で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。この結果、磁石可動体43即ちディスプレイサ22 a、22 bは図7 (b) に示すように下方に移動する。このディスプレイサ22 a、22 bの下方への移動により、一方のディスプレイサシリンダ21 aの膨張室216 a内の作動気体はディスプレイサ22 aの再生器222 aを通して収縮室217 aに流入され、他方のディスプレイサシリンダ21 bの収縮室217 b内の作動気体はディスプレイサ22 bの再生器222 bを通して膨張室216 bに流入される。このとき、一方のディスプレイサシリンダ21 aの膨張室216 a内で加熱されていた作動気体は上述したように再生器222 aを通過する際に熱交換されて冷却される。また、他方のディスプレイサシリンダ21 bの収縮室217 b内で冷却されていた作動気体は上述したように再生器222 bを通過する際に熱交換されて加熱される。このように一方のディスプレイサ22 aが下方に移動して作動気体が収縮室217 aに流入すると、作動気体は空冷または適宜の冷却手段によって冷却され収縮するため、パワーシリンダ31の第1の作動室31 aの作動気体は第1の連通路23 aを通して吸引される。この結果、パワーピストン32は図7 (b) に示すように上方に移動する。一方、他方のディスプレイサ22 bが下方に移動して作動気体が膨張室216 bに流入すると、作動気体は円筒状の加熱壁211によって形成される流路210を流れる熱源としての排気ガスによって加熱され膨張するため、第2の連通路23 bを通してパワーシリンダ31の第2の作動室31 bに流入する。この結果、パワーピストン32は図7 (b) に示すように上方に移動せしめる。

#### 【0026】

一方、上述したようにステップS 4において一対のディスプレイサ22 a、2

2 b を図において下方に作動するようにディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめたならば、制御手段 10 は上記ステップ S 2 に戻ってディスプレイサ 22 a、22 b のストローク位置 L が送り側フルストローク位置 L 10 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 9 より大きいかな否かをチェックする。今回はディスプレイサ 22 a、22 b が戻り側に移動しているのでストローク位置 L が L 9 より大きいことはないので、制御手段 10 は上記ステップ S 3 に進んでディスプレイサ 22 a、22 b のストローク位置 L が戻り側フルストローク位置 L 1 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 2 より小さいかな否かをチェックする。ストローク位置 L が L 2 より小さくなければ、制御手段 10 はディスプレイサ 22 a、22 b が未だ L 2 に達していないと判断し、上記ステップ S 2 に戻ってステップ S 2 およびステップ S 3 を繰り返し実行する。ステップ S 3 においてディスプレイサ 22 a、22 b のストローク位置 L が L 2 より小さいならば、制御手段 10 はディスプレイサ 22 a、22 b が L 2 を越えたと判断し、ステップ S 5 に進んでディスプレイサ 22 a、22 b を図において上方に作動するようにディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめるように一対のコイル 45 a、46 a および 45 b、46 b に図 3 の (a) および図 4 の (a) で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。

#### 【0027】

以上のサイクルを繰り返すことにより、パワーピストン 32 を往復運動することができる。パワーピストン 32 が往復運動することによって発電機 12 が発電し、その発電電力は上記バッテリー 11 に充電される。図示の実施形態におけるスターリングエンジンにおいては、ディスプレイサ機構 2 の一対のディスプレイサシリンダ 21 a、21 b は熱源が通る流路 210 を備えた筒状の加熱壁 211 と、該加熱壁 211 の周囲に一対のシリンダ室 212 a、212 b を形成する冷却壁 213 a、213 b とによって形成されているので、流路 210 を通る熱源の熱は周囲に発散することなく有効に利用される。また、加熱壁 211 は円弧状に形成されているので、受熱面積を広くとることができ熱源の熱を効果的に吸収することができる。更に、流路 210 に内燃機関の排気ガスを流す場合でも、排気の圧力損失が殆どなく、内燃機関の性能に影響がない。また、図示の実施形態



におけるスターリングエンジンにおいては、一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b とパワーシリンダ 3 1 と第 1 の通路 2 3 a おとび第 2 の通路 2 3 b は密閉空間を形成しているので、作動流体の漏れを確実に防止することができる。更に、図示の実施形態におけるスターリングエンジンにおいては、一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の作用により所定周期で作動されるので、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を所定周期で作動するディスプレイサ作動機構 4 a、4 b は空気抵抗などによる減衰分を補う駆動力でよく、ディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を作動する駆動力を減少することが可能となる。

#### 【0028】

次に、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの他の実施形態について、図 8 および図 9 を参照して説明する。なお、図 8 および図 9 の実施形態においては上記図 1 および図 2 に示すスターリングエンジンの各構成部材と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略する。

図 8 および図 9 に示すスターリングエンジンは、クランク軸を回転するように構成されている。図 8 および図 9 に示す実施形態においては、ディスプレイサ機構 2 を構成する一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b にそれぞれ対応して一対のパワーピストン機構 7 a、7 b を備えている。このパワーピストン機構 7 a、7 b は、それぞれパワーシリンダ 7 1 a、7 1 b と、該パワーシリンダ 7 1 a、7 1 b 内に摺動可能に配設されたパワーピストン 7 2 a、7 2 b と、該パワーピストン 7 2 a、7 2 b にそれぞれ一端が連結されたコネクティングロッド 7 3 a、7 3 b とからなっている。

#### 【0029】

上記パワーシリンダ 7 1 a、7 1 b は、ディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b を構成する冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b にそれぞれディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b の冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b の長手方向（軸方向）に沿って取り付けられている。このパワーシリンダ 7 1 a、7 1 b には、軸方向に摺動可能に配設されたパワーピストン 7 2 a、7 2 b とによってそれぞれ作動室 7 1 1 a、7 1 1 b が形成される。なお、作動室 7 1 1 a、7 1 1 b は、それぞれ連通路 7 4 a

、74bを通してディスプレイサ機構2を構成する一対のディスプレイサシリンダ21a、21bの収縮室217a、収縮室217bに連通している。パワーピストン72a、72bに一端が連結されたコネクティングロッド73a、73bは、その他端がクランク軸8a、8bのクランクジャーナル81a、81bに連結されている。なお、クランク軸8a、8bは、上記ディスプレイサシリンダ21a、21bを構成する冷却壁213a、213bにそれぞれ支持ブラケット821a、822aおよび821b、822bによって回転可能に支持されている。クランク軸8a、8bの一端にはそれぞれ小歯車85a、85bが装着されており、この小歯車85a、85bは、ディスプレイサシリンダ21a、21bを構成する冷却壁213a、213bに支持軸86によって回転可能に支持されたフライホイール兼大歯車87と噛み合っている。このように、フライホイール兼大歯車87と小歯車85a、85bを介して連動連結されたクランク軸8a、8bは、互いに180度の位相差をもって連動するように構成されている。

### 【0030】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレイサ22a、22bをそれぞれパワーピストン72a、72bと所定の位相差（90度）をもって作動する一対のディスプレイサ作動機構9a、9bを具備している。この一対のディスプレイサ作動機構9a、9bは、ディスプレイサ22a、22bに一端が装着された連結桿91aおよび92a、91bおよび92bと、該連結桿91aおよび92a、91bおよび92bの他端が連結されたレバー93a、93bと、該レバー93a、93bとクランク軸8a、8bとを連結するスコッチヨーク機構94a、94bとによって構成されている。なお、スコッチヨーク機構94a、94bは、クランク軸8a、8bに設けられてフランジ部831aと832a間、831bと832b間に装着されたピン941a、941bと、レバー93a、93bの中央部に形成された長穴942a、942bとからなっており、長穴942a、942bはパワーシリンダ71a、71bの軸方向に長く形成されている。このように構成されたディスプレイサ作動機構9a、9bは、パワーピストン72a、72bが図8において左右方向に往復運動することによりコネクティングロッド73a、73bを介してクランク軸8a、8bが回転

すると、上記スコッチヨーク機構 94 a、94 b によってレバー 93 a、93 b が図 8 において上下方向に移動するので、連結桿 91 a および 92 a、91 b および 92 b を介してディスプレイサ 22 a、22 b を図 8 において上下方向に移動せしめる。なお、ディスプレイサ 22 a、22 b が上下に作動することによる作動流体の作用は、上述した実施形態と同様である。

### 【0031】

次に、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態について、図 10 および図 11 を参照して説明する。なお、図 10 および図 11 の各実施形態においては上記図 1 および図 2 に示すスターリングエンジンの各構成部材と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略する。

図 10 に示す実施形態は、ディスプレイサ機構 2 の一対のディスプレイサシリンダ 21 a、21 b を構成する円筒状の加熱壁 211 の内周面に形成された複数個のフィン 214 を螺旋状に形成したものである。このようにフィン 214 を螺旋状に形成することにより、円筒状の加熱壁 211 によって形成される流路 210 を流れる熱源としての排気ガスが作用するフィンの流路長が長くなるので、熱吸収量効率を向上することができる。

### 【0032】

図 11 に示す実施形態においては、ディスプレイサ機構の一対のディスプレイサシリンダを構成する円筒状の加熱壁 211 によって形成される流路 210 が示されている。図 11 に示す実施形態は、上記流路 210 の中心部に流路の略全長に渡ってコア部材 219 を配設したものである。このコア部材 219 は、円筒状の加熱壁 211 の内周面に形成された複数個のフィン 214 の内周縁に取付けられている、このように、熱交換に寄与度が少ない流路 210 の中心部にコア部材 219 を配設することにより、流路 210 を流れる熱源としての排気ガスが加熱壁 211 の内周面に近いところを流れるため、熱交換効率を向上することができる。なお、コア部材 219 は蓄熱体として機能するので、熱交換効率が更に向上する。

### 【0033】

以上、本発明を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は実施例に限定

されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、図示の実施形態においてはパワーピストン機構を構成するパワーシリンダの作動室をディスプレイサシリンダの収縮室と連通した例を示したが、作動室をディスプレイサシリンダの膨張室と連通する構成としてもよい。また、図示の実施形態においてはディスプレイサ機構のディスプレイサシリンダを構成する筒状の加熱壁によって形成された流路には、排気ガス等の加熱流体を流す例を示したが、この流路を燃焼器の燃焼室としてもよい。

#### 【 0 0 3 4 】

##### 【発明の効果】

本発明によるスターリングエンジンは以上のように構成されているので、以下に述べる作用効果を奏する。

即ち、ディスプレイサ機構のディスプレイサシリンダは、熱源を囲繞する加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とによって形成されているので、熱源の熱は周囲に発散することなく有効に利用される。また、加熱壁は湾曲して形成されるので、受熱面積を広くとることができ熱源の熱を効果的に吸収することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの一実施形態を示す断面図。

##### 【図 2】

図 1 における A - A 線断面図。

##### 【図 3】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する一方のディスプレイサ作動機構の作動説明図。

##### 【図 4】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する他方のディスプレイサ作動機構の作動説明図。

##### 【図 5】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成するディスプレイサ位

置検出手段の出力信号を示す説明図。

【図 6】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する制御手段の動作手順を示すフローチャート。

【図 7】

図 1 に示すスターリングエンジンの作動状態を示す説明図。

【図 8】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの他の実施形態を示す断面図。

【図 9】

図 8 における B - B 線断面図。

【図 1 0】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態を示す要部断面図。

【図 1 1】

本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態を示す要部断面図。

【符号の説明】

2 a、2 b：ディスプレイサ機構

2 1 a、2 1 b：ディスプレイサシリンダ

2 1 1：加熱壁

2 1 2 a、2 1 2 b：シリンダ室

2 1 2 a、2 1 3 b：冷却壁

2 1 4：フィン

2 1 5 a、2 1 5 b：放熱フィン

2 1 6 a、2 1 6 b：膨張室

2 1 7 a、2 1 7 b：収縮室

2 1 9：コア部材

2 2 a、2 2 b：ディスプレイサ

- 3 : パワーピストン機構
  - 3 1 : パワーシリンダ
    - 3 1 a : 第 1 の作動室
    - 3 1 b : 第 2 の作動室
  - 3 2 : パワーピストン
- 4 a、4 b : ディスプレーサ作動機構
  - 4 1 a、4 1 b : ケース
  - 4 2 a、4 2 b : 作動ロッド
  - 4 3 a、4 3 b : 磁石可動体
  - 4 4 a、4 4 b : 固定ヨーク
  - 4 5 a、4 6 a : 一对のコイル
  - 4 5 b、4 6 b : 一对のコイル
- 5 a、5 b : ディスプレーサ位置検出手段
- 6 a、6 b : メカニカルスプリング手段
  - 6 1 a、6 2 a : 一对のコイルスプリング
  - 6 1 b、6 2 b : 一对のコイルスプリング
- 7 a、7 b : パワーピストン機構
  - 7 1 a、7 1 b : パワーシリンダ
    - 7 1 1 a、7 1 1 b : 作動室
  - 7 2 a、7 2 b : パワーピストン
  - 7 3 a、7 3 b : コネクティングロッド
- 8 a、8 b : クランク軸
- 8 5 a、8 5 b : 小歯車
- 8 7 : フライホイール兼大歯車
- 9 a、9 b : ディスプレーサ作動機構
  - 9 1 a、9 2 a、9 1 b、9 2 b : 連結桿
  - 9 3 a、9 3 b : レバー
  - 9 4 a、9 4 b : スコッチヨーク機構
- 1 0 : 制御手段

1 1 : バッテリー

1 2 : 発電機

1 2 1 : 永久磁石

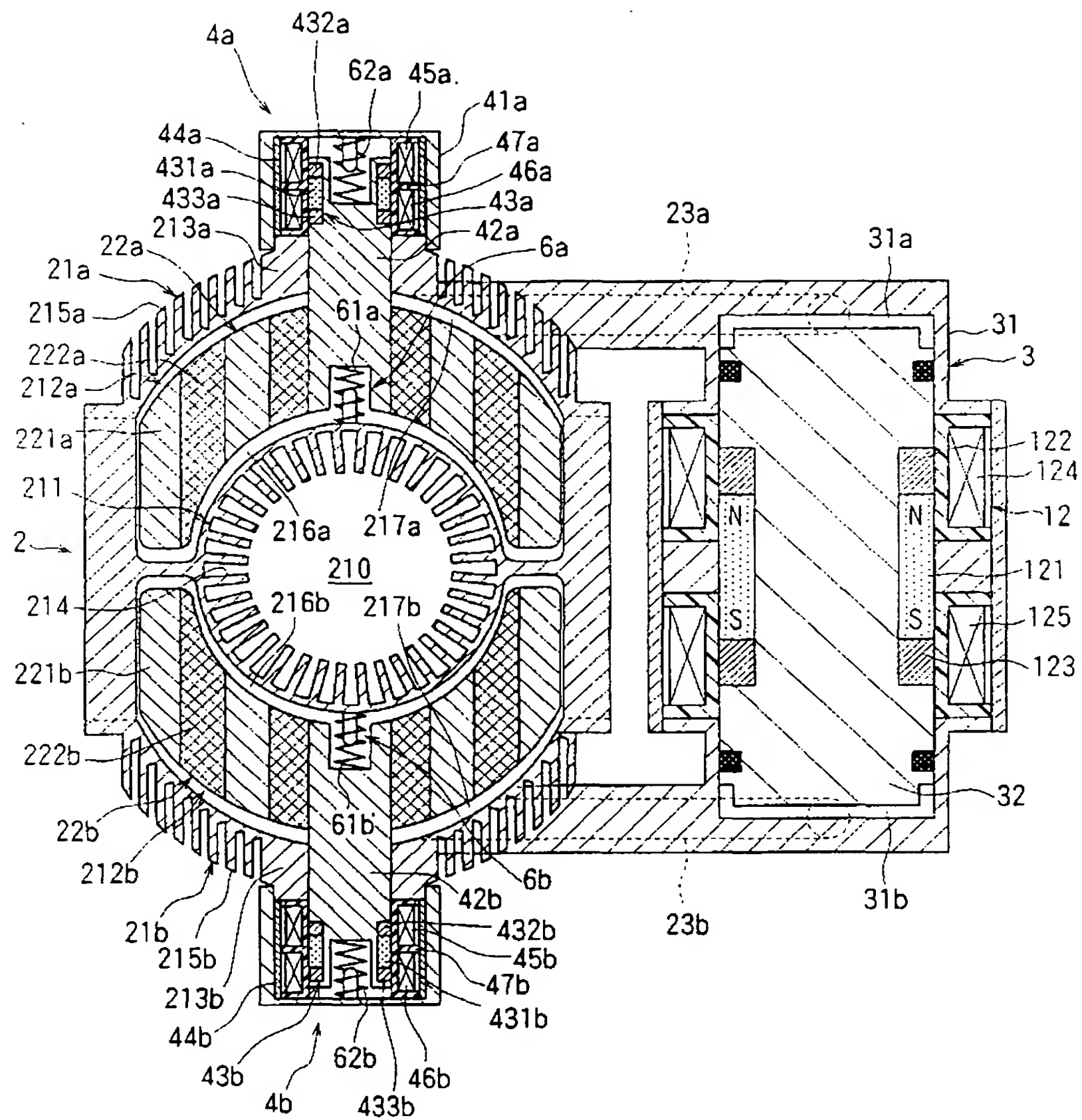
1 2 2、1 2 3 : ポールピース

1 2 4 : 発電コイル

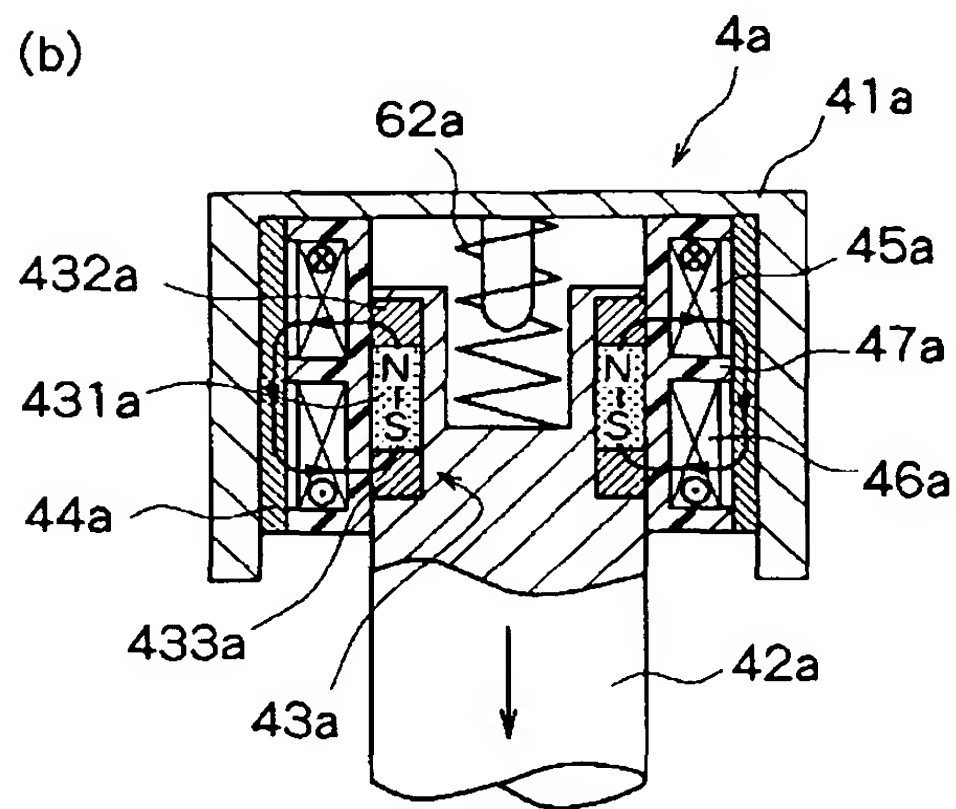
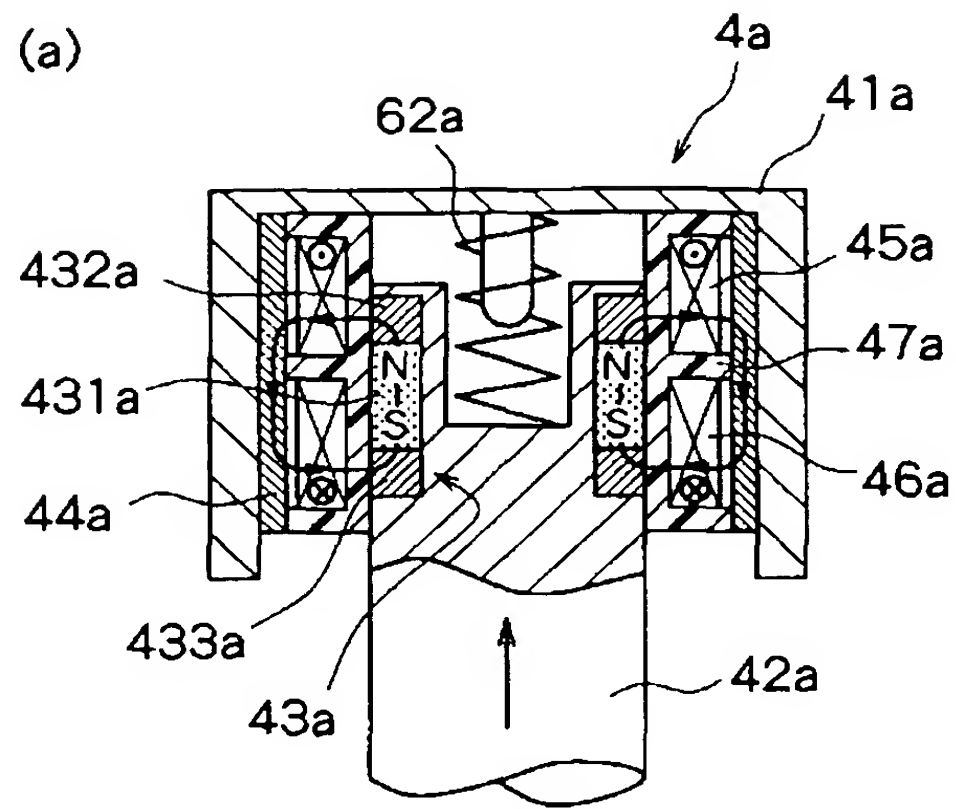




【図 2】

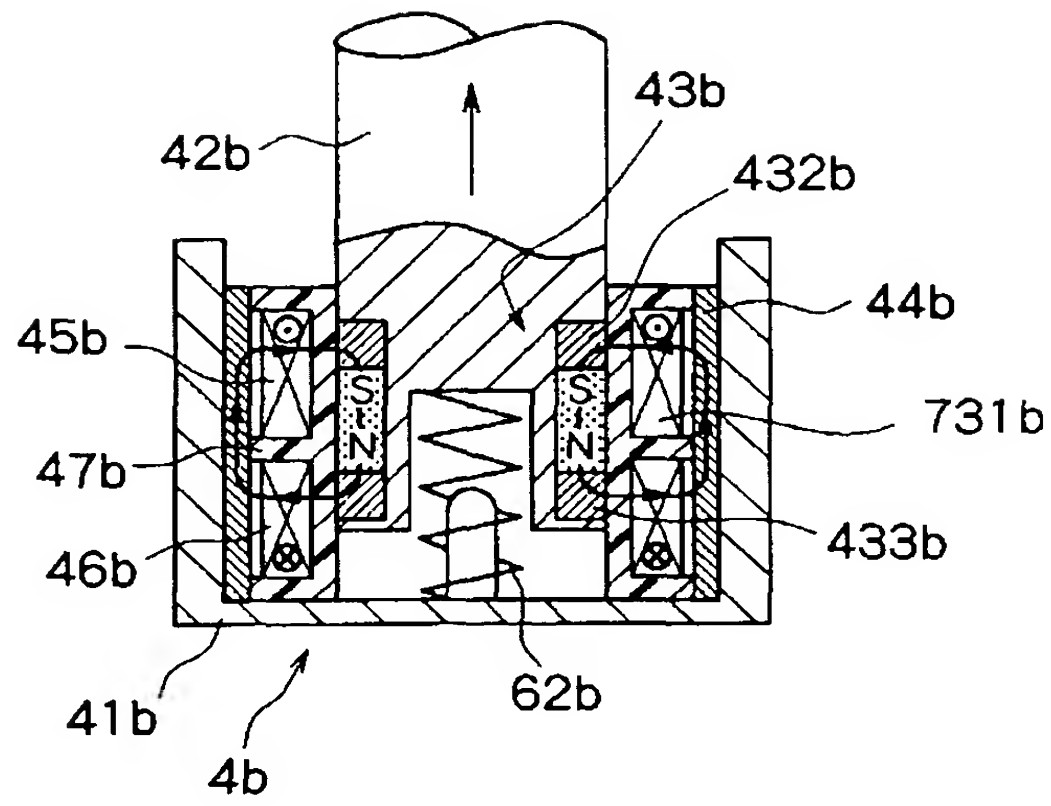


【図 3】

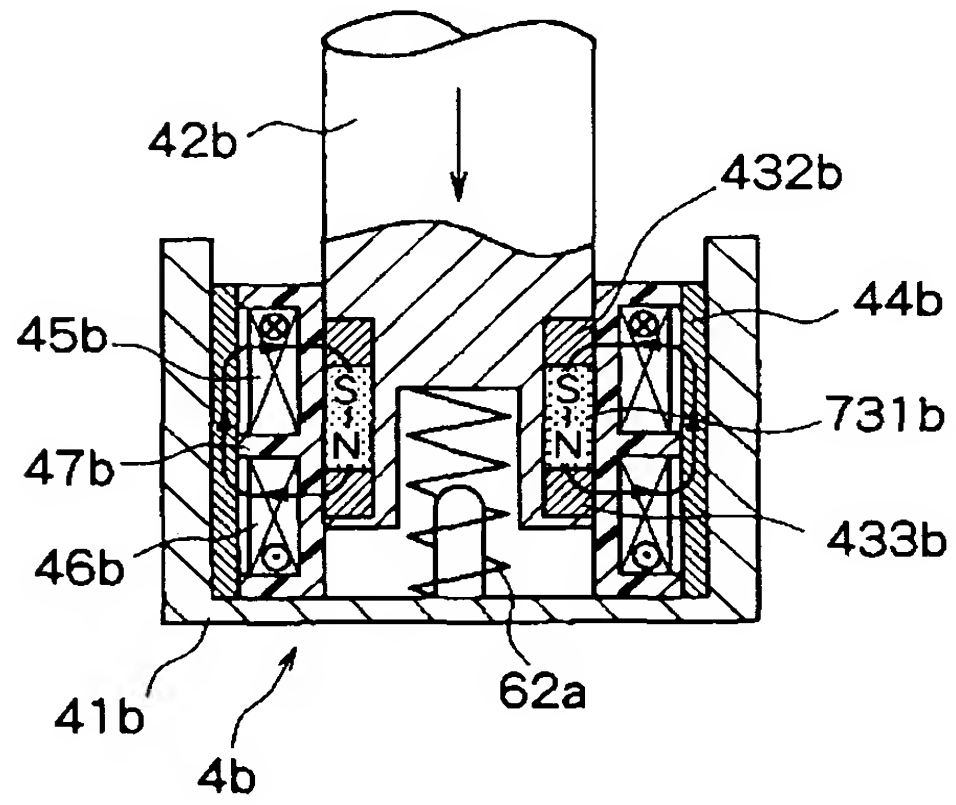


【図 4】

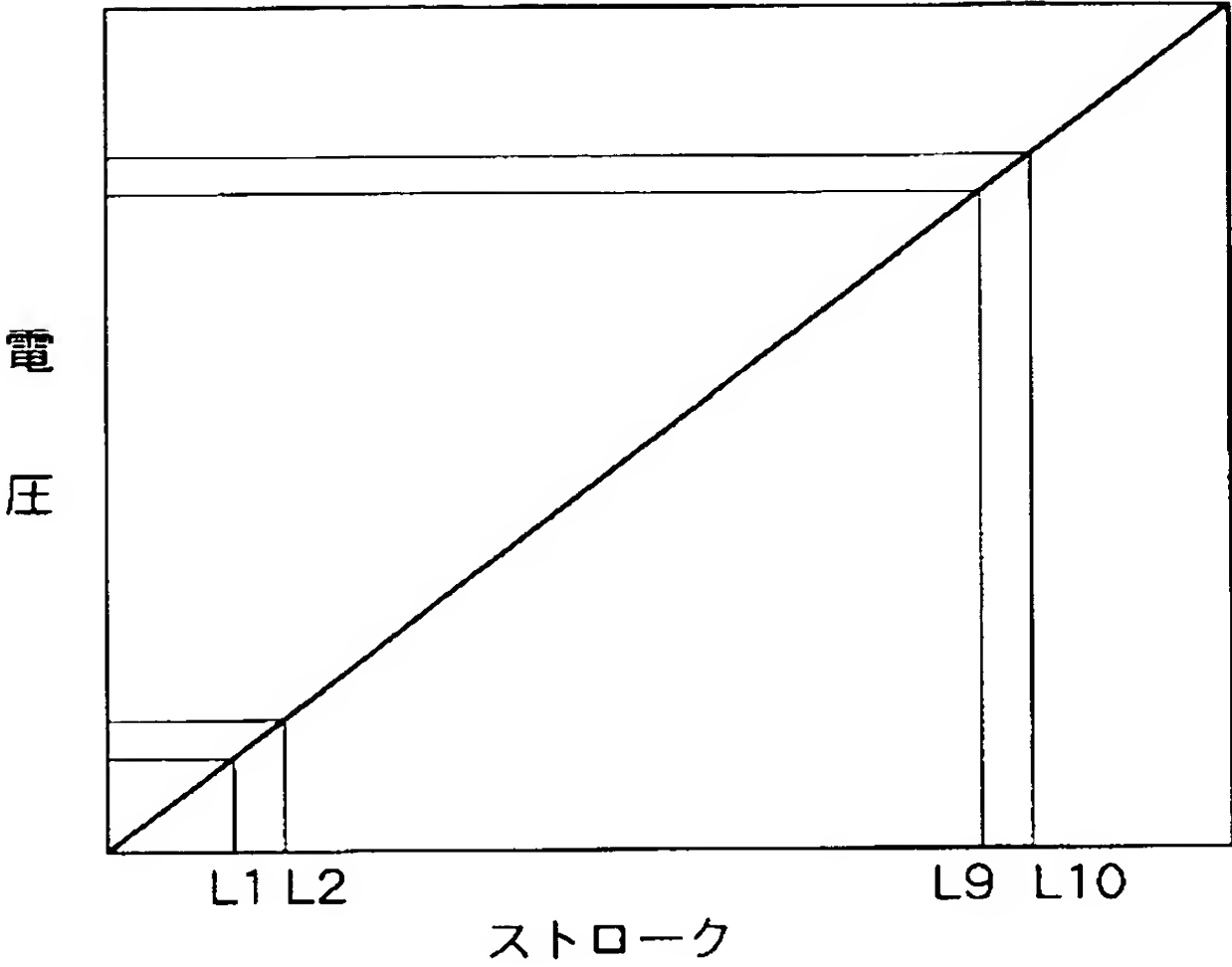
(a)



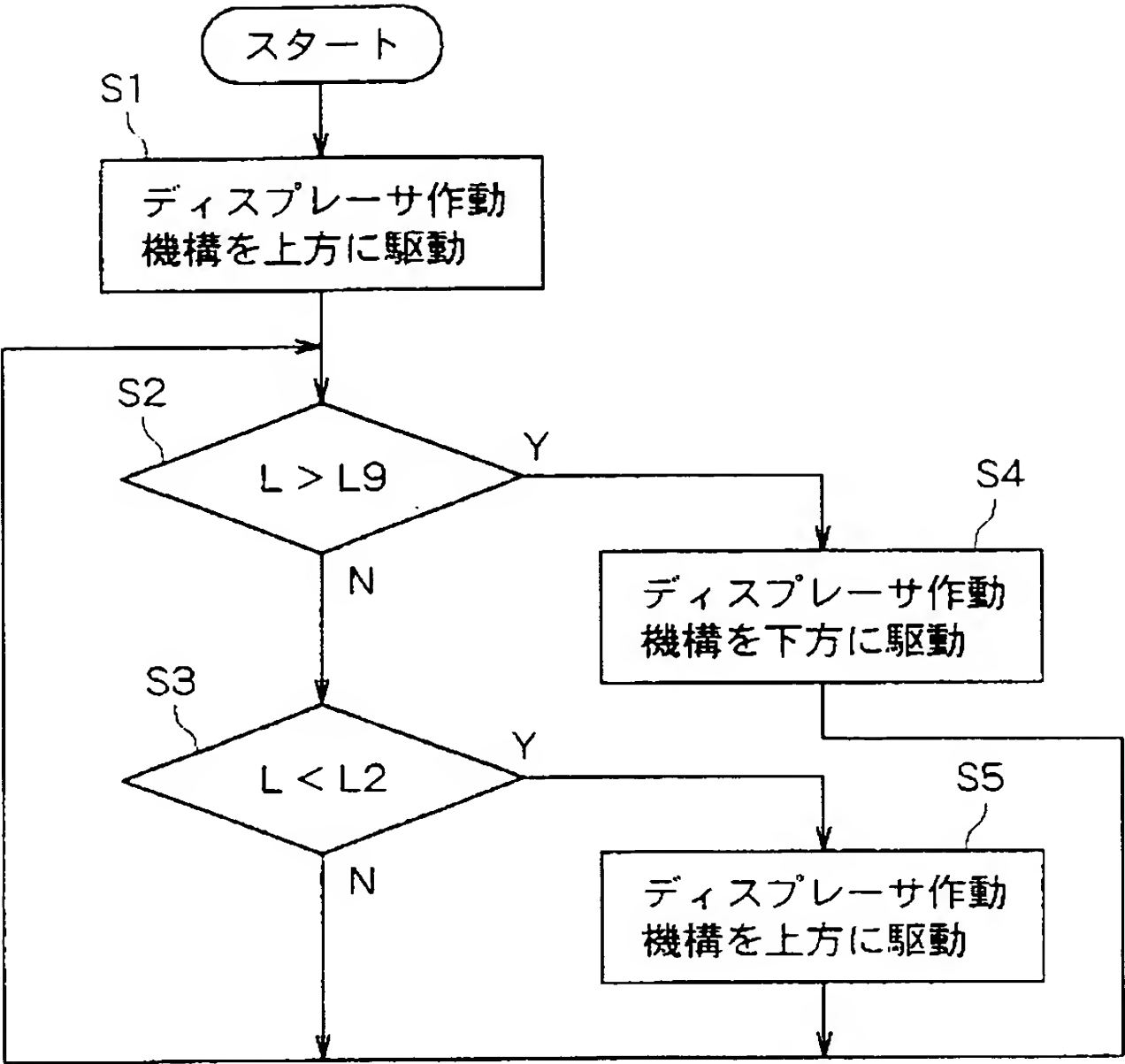
(b)



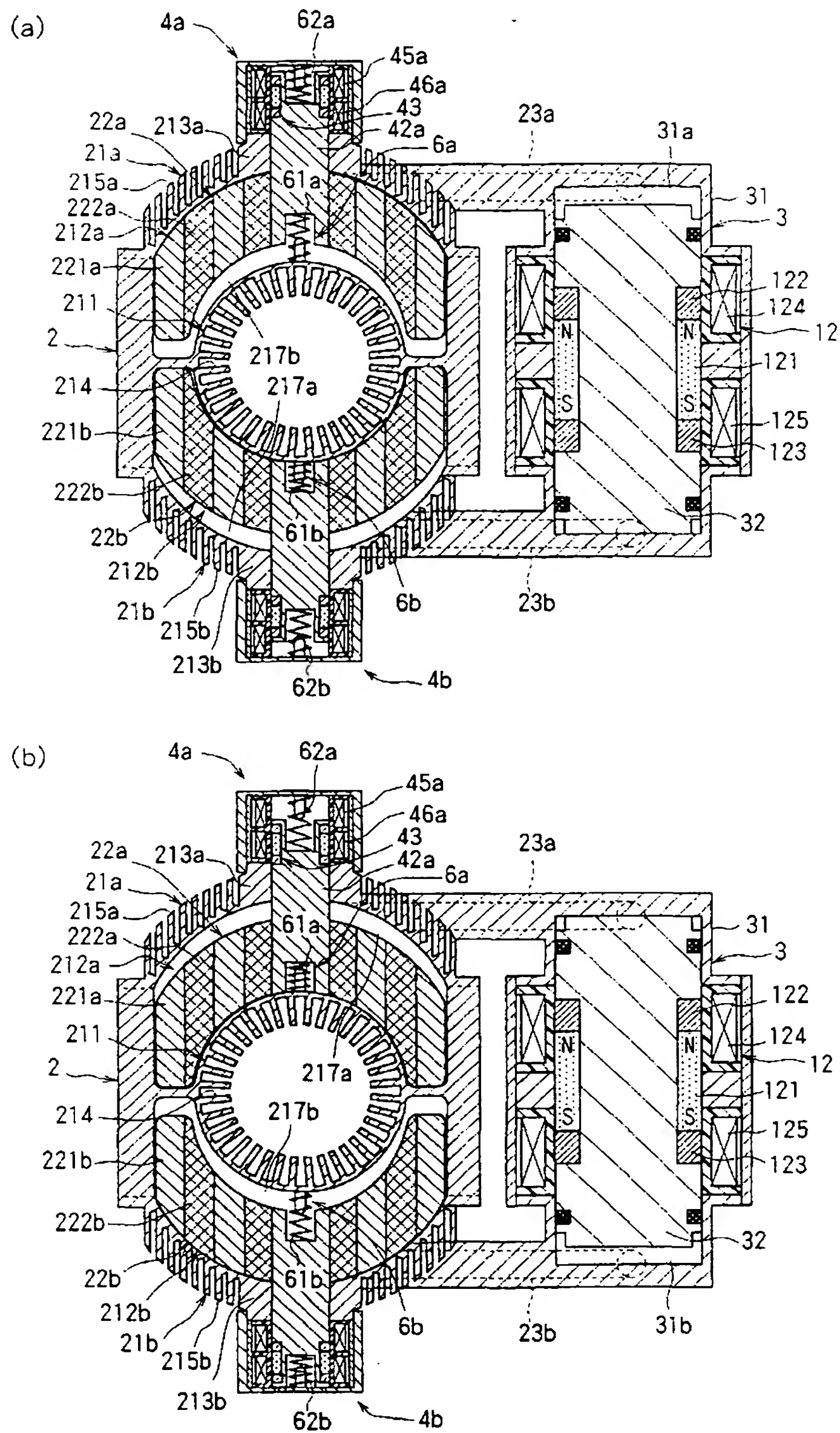
【図 5】



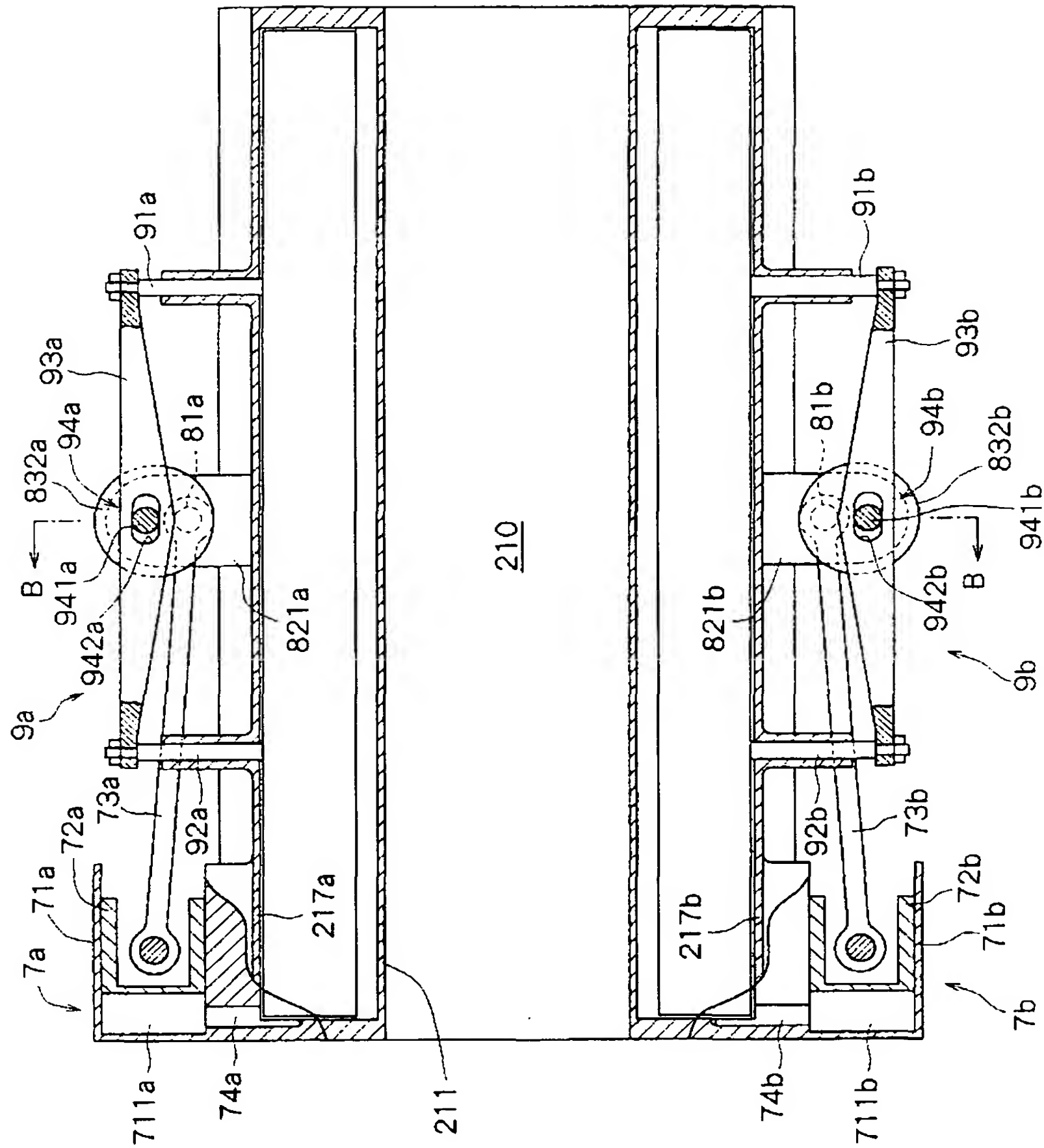
【図 6】



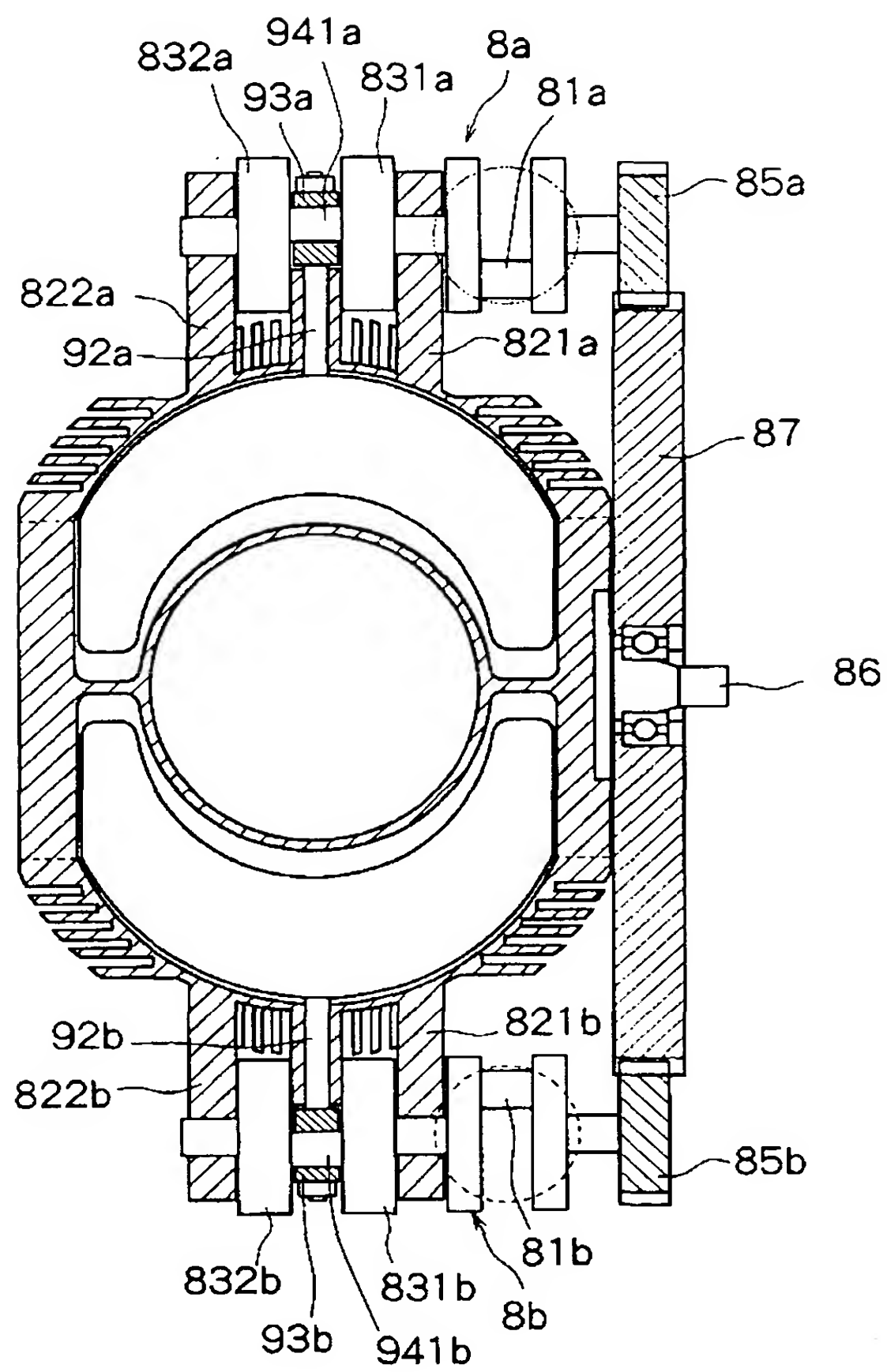
【図 7】



【図 8】

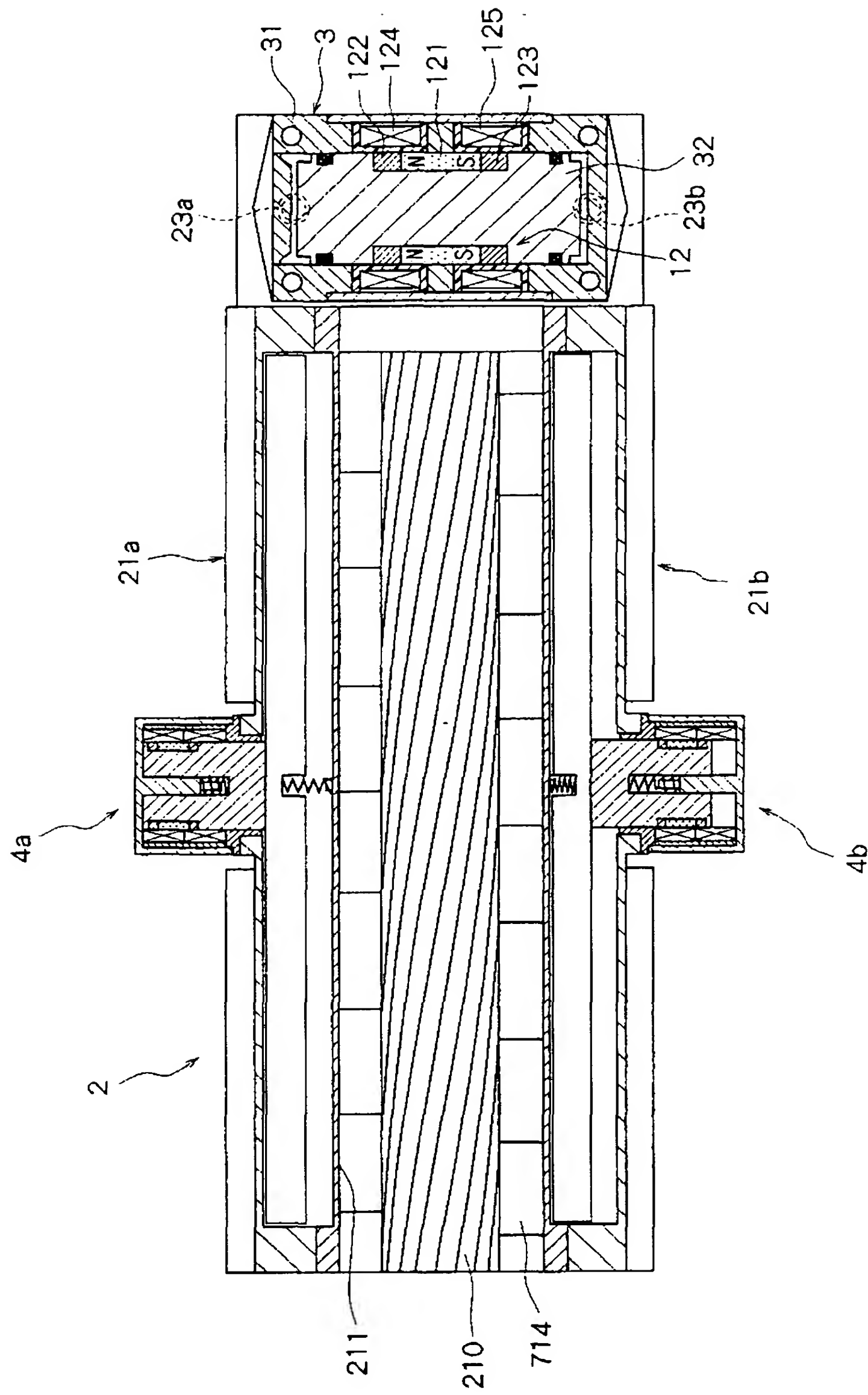


【図 9】





【図 10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱源の熱を有効に利用することができるスターリングエンジンを提供する。

【解決手段】 ディスプレーサシリンダと、該ディスプレーサのシリンダ室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレーサと、該ディスプレーサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室とを有するディスプレーサ機構と、該ディスプレーサ機構の膨張室または収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構とを具備するスターリングエンジンであって、ディスプレーサ機構のディスプレーサシリンダは熱源を囲繞した加熱壁と該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とを備えており、ディスプレーサ機構のディスプレーサは複数個のシリンダ室内に熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている。

【選択図】 図 2

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 7 1 5 3 2
受付番号	5 0 2 0 1 3 9 5 5 4 5
書類名	特許願
担当官	小池 光憲 6 9 9 9
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 2 日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成14年 9月18日
【特許出願人】	
【識別番号】	000000170
【住所又は居所】	東京都品川区南大井 6 丁目 2 6 番 1 号
【氏名又は名称】	いすゞ自動車株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100075177
【住所又は居所】	東京都港区西新橋 1 丁目 1 番 2 1 号 日本酒造会館
【氏名又は名称】	小野 尚純
【代理人】	
【識別番号】	100113217
【住所又は居所】	東京都港区西新橋 1 丁目 1 番 2 1 号 日本酒造会館 3 階 小野特許事務所
【氏名又は名称】	奥貫 佐知子

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 7 1 5 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 0 1 7 0 ]

- |          |                            |
|----------|----------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日        |
| [変更理由]   | 新規登録                       |
| 住 所      | 東京都品川区南大井 6 丁目 2 2 番 1 0 号 |
| 氏 名      | いすゞ自動車株式会社                 |
| 2. 変更年月日 | 1 9 9 1 年 5 月 2 1 日        |
| [変更理由]   | 住所変更                       |
| 住 所      | 東京都品川区南大井 6 丁目 2 6 番 1 号   |
| 氏 名      | いすゞ自動車株式会社                 |